

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-103218

(43)Date of publication of application : 13.04.1999

(51)Int.Cl.

H03F 1/32

H03G 3/30

(21)Application number : 09-261875

(71)Applicant : JAPAN RADIO CO LTD

(22)Date of filing : 26.09.1997

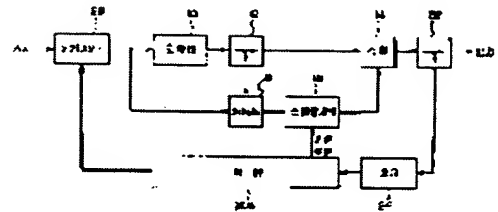
(72)Inventor : CHIBA NAOKI
KIMURA HIROYUKI
KARASAWA KAZUSHIGE
MARUYAMA TAKASHI

(54) FEEDFORWARD TYPE AMPLIFIER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain a power amplifier having low distortion as compared with a conventional one.

SOLUTION: A directional coupler 22 and a receiving part 24 are connected to the post stage of a synthesis part 14 for compensating distortion to receive a frequency component of unnecessary radiation existing out of an orthogonal frequency division multiplex (AFDM) wave transmission band. A control part 20A controls the amplification gain or phase shift of a distortion compensating amplifier 18 in accordance with a receiving level. Even when a characteristic change occurs in a main amplifier 10 or the amplifier 18 due to an environmental factor, the increment or generation of distortion is not generated in a signal supplied to the post stage circuit through the coupler 22. Since a soft start circuit for gradually increasing the input level of a signal at the time of starting the input of the signal to the amplifier 10 is prepared, the generation of distortion can be suppressed even immediately after the ON of a power supply or immediately after the start of broadcasting.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 0 3 2 1 8

(43) 公開日 平成 1 1 年 (1 9 9 9) 4 月 1 3 日

(51) Int. Cl. °

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H03F 1/32

H03F 1/32

H03G 3/30

H03G 3/30

C

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 2 6 1 8 7 5

(22) 出願日 平成 9 年 (1 9 9 7) 9 月 2 6 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 4 3 3 0

日本無線株式会社

東京都三鷹市下連雀 5 丁目 1 番 1 号

(72) 発明者 千葉 直紀

東京都三鷹市下連雀五丁目 1 番 1 号 日本無線株式会社内

(72) 発明者 木村 浩之

東京都三鷹市下連雀五丁目 1 番 1 号 日本無線株式会社内

(72) 発明者 唐澤 和茂

東京都三鷹市下連雀五丁目 1 番 1 号 日本無線株式会社内

(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外 2 名)

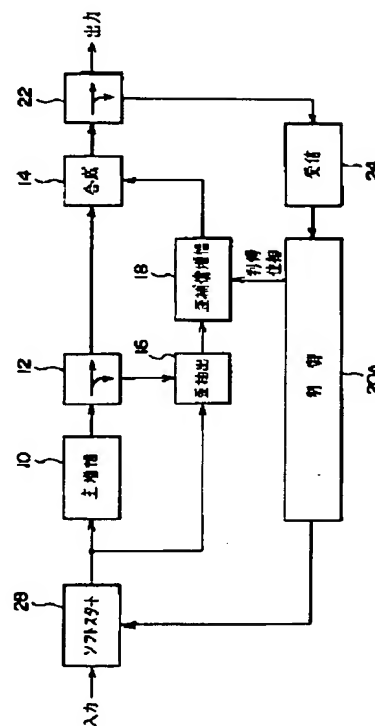
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィードフォワード型増幅器

(57) 【要約】

【課題】 従来に比べ低歪の電力増幅器を実現する。

【解決手段】 歪補償のための合成部 1 4 の後段に方向性結合器 2 2 及び受信部 2 4 を設け、OFDM 波の伝送帯域外にある不要輻射の周波数成分を受信する。受信レベルに応じ制御部 2 0 A が歪補償増幅器 1 8 の増幅利得や移相量を制御する。主増幅器 1 0 や歪補償増幅器 1 8 などにおいて環境的な要因により特性変化が発生した場合でも、方向性結合器 2 2 を介して後段の回路に供給される信号には歪の増加乃至発生が生じない。更に、主増幅器 1 0 に信号を入力し始めるときにこの信号の入力レベルを徐々に増加させるソフトスタート回路 2 8 を設けることにより、電源投入直後や放送開始直後でも歪を抑えることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主増幅器と、

主増幅器にて生じた歪成分を抽出、増幅及び位相調整し主増幅器からの出力と結合させることにより、上記歪成分が補償された出力信号を生成する歪補償系と、
上記出力信号に含まれる伝送帯域外周波数成分を受信する受信部と、
受信した伝送帯域外周波数成分がより低レベルとなるよう、上記歪補償系における増幅利得及び／又は位相調整量を制御する制御部と、
を備えることを特徴とするフィードフォワード型増幅器。

【請求項 2】 請求項 1 記載のフィードフォワード型増幅器において、

増幅すべき信号を主増幅器へ入力し始める際に、主増幅器への入力レベルを徐々に増加させていくソフトスタート回路を備え、

主増幅器への入力レベルが徐々に増加していく期間においても上記増幅利得及び／又は位相調整量に関する上記制御を実行することを特徴とするフィードフォワード型増幅器。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載のフィードフォワード型増幅器において、

主増幅器に入力される信号が、直交周波数分割多重方式に従い多重化された信号であることを特徴とするフィードフォワード型増幅器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、主増幅器にて生じた歪成分を補償するための歪補償系を備えたフィードフォワード型増幅器に関する。

【0002】

【従来の技術及びその問題点】 直交周波数分割多重 (Orthogonal Frequency Division Multiplex: OFDM) 方式は、図 6 に示すように互いに直交関係にある複数の副搬送波を用いる多重方式であり、副搬送波同士でその周波数成分が互いに重なり合うため、周波数利用効率が高いという利点を有している。この方式を採用することにより、電波資源の有効利用と両立させながら、単一の副搬送波を用いたネットワーク即ち単一周波数ネットワーク (SFN: Single Frequency Network) を実現することができる。そのため、日本をはじめとして、OFDM 方式を用いた次世代デジタル放送システムが構想乃至開発されている。

【0003】 OFDM 方式を採用した放送システム用の放送局を構築する際には、低歪の電力増幅器が必要になる。これは、上述のように OFDM 方式が複数の副搬送波を用いる方式であることと関連している。即ち、直線性の悪い電力増幅器を用いたのでは、副搬送波間の奇数次混変調積が伝送帯域 (図 6 参照) 内に現れ伝送品質が

劣化するのみでなく、伝送帯域近傍にも不要輻射成分が現れてしまう。このような現象を避けるためには、放送局にて放送波の電力増幅に使用する電力増幅器の直線性を高め、歪を減らす必要がある。

【0004】 図 7 に、従来の低歪電力増幅器の一例として、フィードフォワード型の電力増幅器を示す。この電力増幅器においては、入力信号即ち放送すべき信号を放送のために必要な電力まで増幅する役割が、主増幅器 10 により担われており、主増幅器 10 により増幅された信号の大部分は、方向性結合器 12 及び合成部 14 を介して図示しない送信用の回路に供給される。主増幅器 10 により増幅された信号の一部は方向性結合器 12 により分岐され歪抽出部 16 に与えられる。歪抽出部 16 は、方向性結合器 12 を介して主増幅器 10 から与えられる信号と、主増幅器 10 に入力される信号とに基づき、例えば前者から後者を減ずることによって、主増幅器 10 にて発生した歪成分を検出し、歪補償増幅器 18 に供給する。歪補償増幅器 18 は、歪抽出部 16 にて検出された歪成分を、主増幅器 10 の出力中に含まれる歪成分と同じレベルまで増幅し、合成部 14 に供給する。また、歪抽出部 16 にて検出された歪成分については、歪抽出部 16 から合成部 14 に至る歪補償系のいずれかの部位にて (例えば歪補償増幅器 18 から出力する際又は合成部 14 に入力する際に) 位相反転しておく。合成部 14 は、方向性結合器 12 を介して主増幅器 10 から与えられる信号に、歪補償増幅器 18 から供給される信号即ち歪成分を示す信号を合成することにより、上述の歪成分を補償する。これによって、図示しない後段の回路には、歪が既に補償された大電力の信号が供給されることになる。

【0005】 また、主増幅器 10 や歪補償増幅器 18 を構成する部品の振幅特性や位相特性は環境的な要因例えば温度に依存している。このような要因による特性変化は、歪抽出及び歪補償に誤差をもたらすため、何らかの手段を用いてこれに対策する必要がある。その一例としては、主増幅器 10 や歪補償増幅器 18 を構成する部品として温度に対する安定性が高い部品を使用するとともに、温度補償回路等の付加的な回路を設ける、という手法がある。図 7 において符号 20 で示されている制御部は、環境条件を示す情報例えば周囲温度の検出値に依り、主増幅器 10 や歪補償増幅器 18 における増幅利得や移相量を制御乃至設定する温度補償回路を構成している。しかしながら、実際の特性変化は多種類の要因に依存しているし製品毎のばらつきや経時変化もあるから、図 7 の如く温度補償回路を設けたとしても十分な温度補償は実現困難である。これに代わる方法としては、所定の信号波形及びレベルを有するパイロット信号を適当なタイミングで主増幅器に入力しそのときの出力を利用して主増幅器における増幅利得や移相量を調整するという方法があるが、この方法では、パイロット信号を発生さ

せる回路が必要になるため装置が高価になる。

【 0 0 0 6 】

【発明の概要】本発明の目的の一つは、環境的要因等により回路各部に特性変化が生じたとしてもその特性変化によって歪が発生乃至増加することがない増幅器、即ち OFDM 方式を採用した放送システム用の放送局にて電力増幅器として利用できる低歪の増幅器を、できるだけ小規模な回路変更で安価に実現することにある。この目的を達成するため、本発明に係るフィードフォワード型増幅器においては、歪補償系からの出力信号に含まれる伝送帯域外周波数成分を受信する受信部を設けている。更に、制御部は、受信した伝送帯域外周波数成分がより低レベルとなるよう、歪補償系における増幅利得及び／又は位相調整量を制御する。歪補償系では、主増幅器にて生じた歪成分を抽出、増幅及び位相調整し主増幅器からの出力と結合させることにより、歪成分が補償された出力信号を生成する。

【 0 0 0 7 】ここに、OFDM 方式のように複数の副搬送波を使用する多重方式に従い生成された信号を増幅する際に、当該増幅器の直線性の悪さ（非直線性）が原因で生じる不要輻射成分は、出力信号が本来属するはずの周波数帯域（図 6 中の伝送帯域）の近傍の周波数帯域に現れる。従って、歪補償系からの出力信号に含まれる伝送帯域外周波数成分を受信し、伝送帯域外周波数成分がより低レベルとなるよう、歪補償系における増幅利得や位相調整量を制御するようにすれば、主増幅器等において環境等に起因する特性変化が生じてても、この特性変化が原因となった歪の増加乃至発生を防ぐことができる。従って、本発明によれば、従来に比べ低歪のフィードフォワード型増幅器を実現できる。更に、パイロット信号源等も必要でないから、低価格化も実現できる。

【 0 0 0 8 】なお、本発明においては増幅された信号中の伝送帯域外周波数成分を受信しその結果を利用して増幅利得や位相調整量を制御する処理、言い換えれば伝送帯域外周波数成分の受信・フィードバックを行っているため、電源投入や使用開始（放送局の例でいえば放送開始）の直後は十分低歪とならない可能性もある。これを避けるためには、増幅すべき信号を主増幅器へ入力し始める際に主増幅器への入力レベルを徐々に増加させていくソフトスタート回路を設ければよい。即ち、主増幅器への入力レベルが低い間は、主増幅器等において発生する歪の絶対電力も小さいから、増幅器への入力レベルを徐々に増加させていく期間においても増幅利得及び／又は位相調整量に関する上述の制御を実行するようにすれば、主増幅器への入力レベルが本来の即ち目標とするレベルに達する時点における出力信号（放送波）中の歪を、電波法等で規定されるレベル以下に抑えることができる。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態に

関し図面に基づき説明する。なお、図 6 及び図 7 に記した従来技術と同一の部材には同一の符号を付し説明を省略する。

【 0 0 1 0 】図 1 に、本発明の一実施形態に係るフィードフォワード型増幅器の構成を示す。この実施形態においては、合成部 1 4 の後段に方向性結合器 2 2 を設け、合成部 1 4 の出力の一部を受信部 2 4 にて受信するようにしている。受信部 2 4 にて受信するのは、伝送帯域外に属する所定の周波数成分である。すなわち、多重方式として OFDM 方式を採用している場合には、図 2

(a) に示されているように伝送帯域の下側に存する周波数成分か、あるいは図 2 (b) に示されるように伝送帯域の上側に存する周波数成分を、受信部 2 4 にて受信する。OFDM の場合、不要輻射成分が現れるのは伝送帯域の上端又は下端から副搬送波間隔の整数倍をおいた周波数であるから、図 2 (a) 又は (b) において上向きの矢印で示される周波数を、受信部 2 4 にて受信するようにすれば、主増幅器 1 0 や歪補償増幅器 1 8 など線形性の悪さのために発生している不要輻射成分を、好適に検出することができる。更に、制御部 2 0 A は、受信部 2 4 によって受信された周波数成分即ち伝送帯域外の不要輻射に係る周波数成分のレベルに応じ、歪補償増幅器 1 8 における増幅利得や移相量（位相調整量）を、不要輻射に係る周波数成分のレベルがより低くなるよう、制御する。

【 0 0 1 1 】このような構成を採用することによって、本実施形態においては、従来に比べ低歪のフィードフォワード型増幅器を実現することができる。即ち、環境的な要因による主増幅器 1 0 や歪補償系の特性の変化についてはそれによる歪の増加乃至発生を、防止することができるため、OFDM 方式を用いた次世代デジタル放送システムにて放送局を構築するのに適する電力増幅器を実現できる。

【 0 0 1 2 】なお、図 1 においては、受信部 2 4 を 1 個示していたが、図 2 (a) 及び (b) に示されているように、伝送帯域の近傍では複数の周波数において不要輻射に係る不要輻射が現れるから、これら複数種類の周波数成分を受信できるよう回路を構成するのが好ましい。例えば、図 3 に示されるように、それぞれ受信する周波数が異なる複数の受信部 2 4 - 1, 2 4 - 2, … 2 4 - n を設け、制御部 2 0 A がこれら受信部 2 4 - 1, 2 4 - 2, … 2 4 - n にて受信された各周波数成分のレベルに基づき前述の制御を行うようにするとよい。あるいは、図 4 に示されるように、制御部 2 0 A からの指令によって受信部 2 4 の受信周波数を設定するようにすれば、単一の受信部 2 4 を用いているにもかかわらず、複数種類の周波数成分を受信することが可能になり、より経済的な構成となる。あるいは、受信部 2 4 が、ある特定の周波数成分を受信するのではなく、伝送帯域の上側又は下側にありある程度の広がりを持つ周波数帯域を

監視し、受信部 24 の受信出力をその後段に設けた F F T 部 26 により高速フーリエ変換して、その結果得られるスペクトラム情報を制御部 20 A に供給するようにしてもよい。このような構成によっても、制御部 20 A は、不要輻射成分のレベルに関する情報を複数とおりの周波数について知ることができる。

【0013】更に、図 1 に示されるように、ソフトスタート回路 28 を主増幅器 10 に前置するようにするのが好ましい。ソフトスタート回路 28 は、制御部 20 A から信号の入力が指令されたときに、主増幅器 10 への信号の入力レベルを徐々に増加させていく回路である。この回路は、例えば、主増幅器 10 への入力信号の一部を分岐し更に積分し、主増幅器 10 に前置した内蔵する可変減衰器の減衰量を、この積分値に応じて可変するといった回路として、構成することができる。このように、主増幅器 10 への信号の入力を開始するとき（例えば電源を投入したときや放送を開始するとき）に、主増幅器 10 への信号の入力レベルを徐々に増加させていくようにすれば、出力信号に含まれる歪を更に抑えることができる。即ち、主増幅器 10 への入力電力が小さく従って図 1 のフィードフォワード型増幅器の出力電力が小さいときには、主増幅器 10 にて発生する歪の絶対電力も小さいため、信号の入力開始直後即ち歪補償増幅器 18 の増幅利得や移相量が最適化されていない期間であっても、方向性結合器 22 から出力される信号中の歪を、例えば電波法で規定される所定の上限值以下に抑えることが可能となる。

【0014】なお、以上の説明では、本発明を「フィー

ドフォワード型増幅器」に係る発明であると記載していたが、本願の開示を参照した当業者であれば、本発明を例えば「次世代地上波放送用電力増幅器」「フィードフォワード型電力増幅器の制御方法」等として表現することもできる。更に、以上の説明では、O F D M 方式を用いる次世代地上波放送システムを念頭においていたが、マルチキャリア方式を用いているため直線性のよい増幅器が要求されるような用途であれば、本発明を適用する余地がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係るフィードフォワード型増幅器の構成を示すブロック図である。

【図 2】 伝送帯域の下側又は上側において不要輻射が見られる周波数を示す図であり、特に (a) は伝送帯域の下側を、(b) は伝送帯域の上側をそれぞれ示すである。

【図 3】 受信部の変形例を示すブロック図である。

【図 4】 受信部の変形例を示すブロック図である。

【図 5】 受信部の変形例を示すブロック図である。

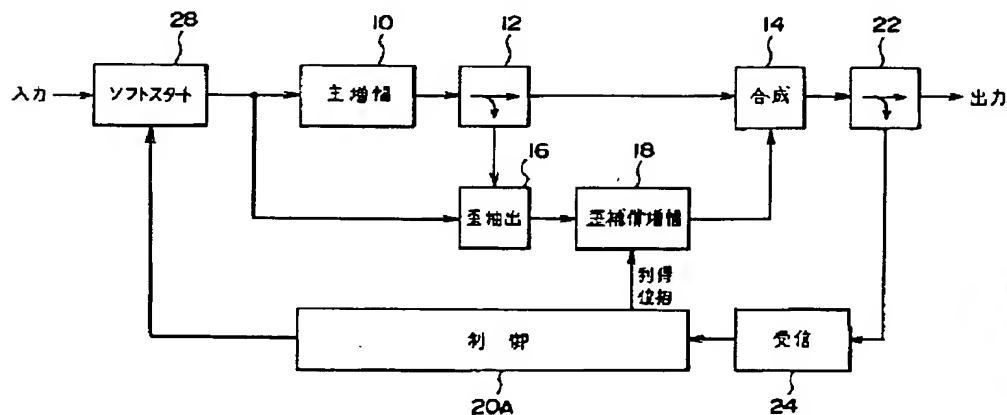
【図 6】 O F D M 方式における伝送帯域の広がり及び副搬送波の直交関係を示す図である。

【図 7】 一従来技術に係るフィードフォワード型増幅器の構成を示すブロック図である。

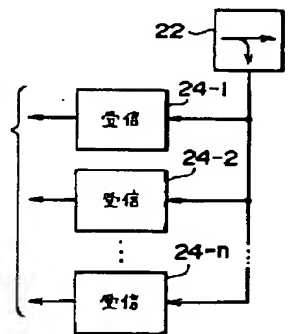
【符号の説明】

10 主増幅器、14 合成部、16 歪抽出部、18 歪補償増幅器、20 A 制御部、24、24-1、24-2、…24-n 受信部、26 F F T 部、28 ソフトスタート回路。

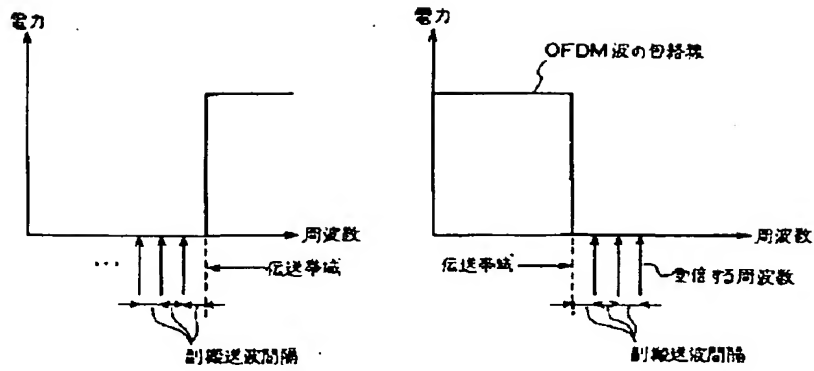
【図 1】



【図 3】



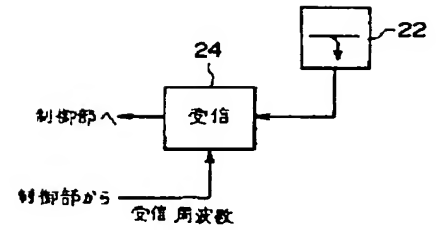
【図 2】



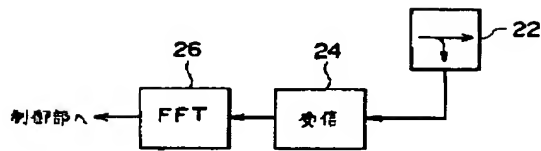
(a)

(b)

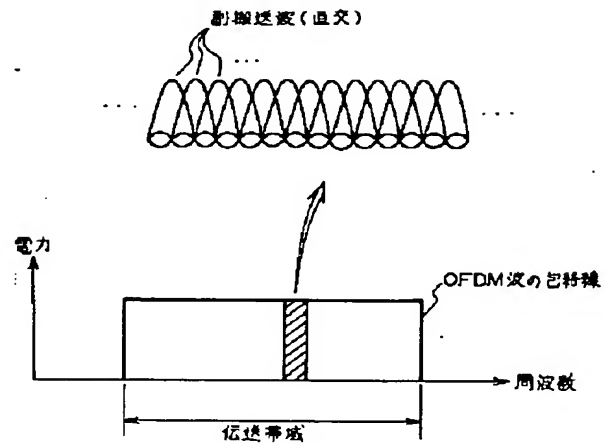
【図 4】



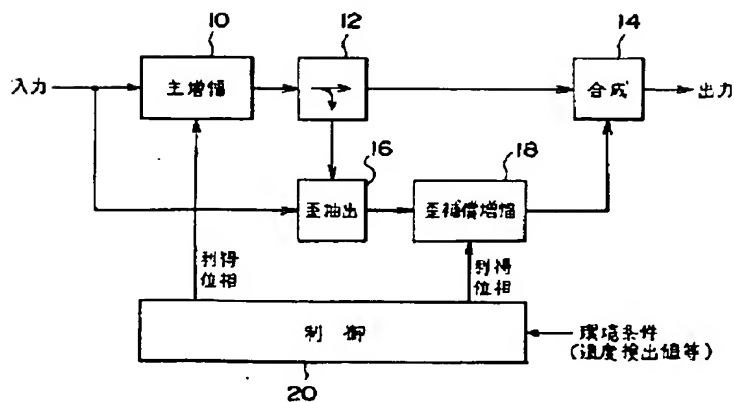
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 丸山 高志

東京都三鷹市下連雀五丁目 1 番 1 号 日本

無線株式会社内